

土木構造物モニタリングにおける OSMSO モニタリングの適用事例

OSMOS グループ / EWSHM 2026 (第 12 回欧州構造ヘルスマニタリングワークショップ) 発表論文より

翻訳 OSMOS 技術協会

François-Baptiste Cartiaux, Georgios Kampas, Jorge Semião

適用ケース① モンブラントンネル（フランス⇄イタリア）

- **対象と背景：**1965 年開通、全長 11.6km の道路トンネル。約 60 年の供用と大型交通により、車道を支えるコンクリートスラブの老朽化（鉄筋腐食・かぶりコンクリート剥離のリスク）が課題。



図 1 無線式光学ストランドセンサの設置状況 トンネル内コンクリートスラブ

- **使用機材：**無線式光学ストランドセンサ「Optical Strand」を 2015 年から設置。その後、無線式（静的データ 1 時間ごと計測）と有線式（リアルタイムデータ & 静的データ 10 分ごと計測）を工事フェーズに応じて使い分けた。
- **モニタリング手法：**ひずみデータから温度影響を自動補正し、残留ひずみの変動を評価。ひび割れ発生（約 0.5mm/m）からコンクリート剥離（2mm/m 超 = 「レッドゾーン」）まで、0～100 のスケールで色分け表示。

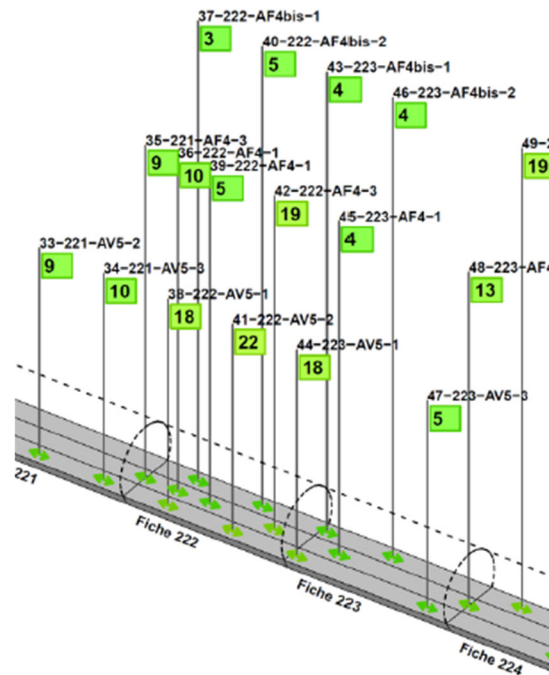


図2 トンネル内のモニタリング状況を数値化して健全度を表示（良好0～100 不良）

- ・ **結果：**局所的な損傷はあったものの、床版全体の剛性・耐力の低下傾向は確認されず、構造の安定性が維持されていることを定量的に確認。

ケース② ヴィエール橋（フランス・アルプス）

- ・ **対象と背景：**深い渓谷に架かる単アーチの石造（組積造）アーチ橋。地質変動により兩岸の崖からの圧力で要石（キーストーン）が徐々に上方へ変位し、石材間にひび割れが発生していた。



図3 ヴィエール橋

- **使用機材：**2016 年 3 月、電源不要の無線式光学ストランドセンサ 8 台を設置。要石と拱台のひずみを 1 時間ごとに計測し、大型車通過時には 50Hz で 15 秒間の動的記録を自動取得。
- **モニタリング手法：**静的ひずみと動的ひずみの 2 種類の指標で管理を実施。静的ひずみは、温度補正後の残留ひずみ量で評価、残留ひずみ 1% でレッドゾーンと判定。動的ひずみは、交通荷重によるひずみ振幅の増加傾向を評価。

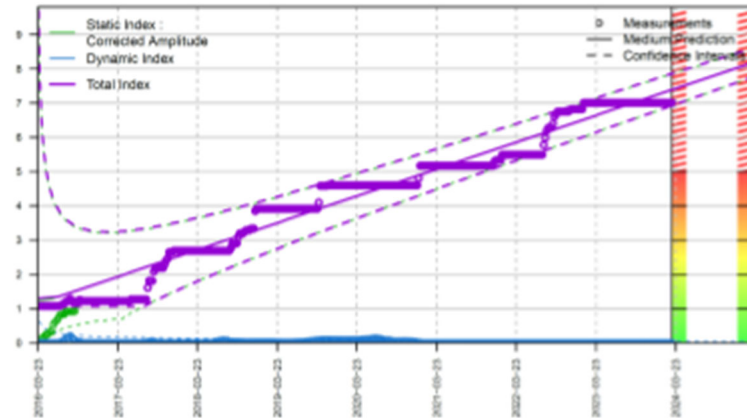


図 4 劣化度の定量判定チャート（緑:静的ひずみによる指標、青:動的ひずみによる指標、紫はどちらかの判定の悪い方）

- **結果：**8 年間のモニタリングで静的ひずみの指標は毎年上昇し 5 年目にレッドゾーンへ。一方、動的ひずみの指標は大きな変化がなく、顕著な剛性低下は見られなかった。静的ひずみの増加は地盤変動による影響と推定された。この定量評価により 2024 年 4 月に橋を撤去、9 か月で新橋（地盤変動を吸収する複合床版）に架け替えを実施した。SHM が重要な維持管理判断に貢献した。

ケース③ スマートブリッジ・プロジェクト（ギリシャ全土）

- **対象と背景：**2023 年、ギリシャ技術会議所が発注した全国規模の予防的 SHM プロジェクト。高速道路・一般道・鉄道にまたがる 250 橋が対象（91%が RC・PC 橋）。材料・形式・支持条件が多様。

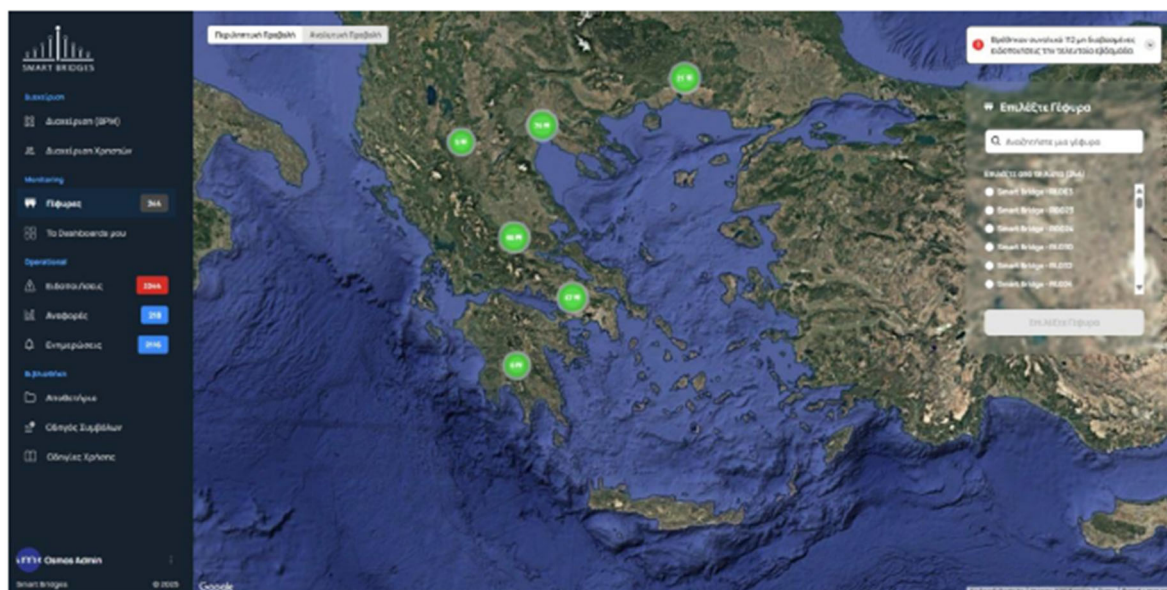


図3 ギリシャ全土のスマートブリッジシステムの Web インターフェイス

- **使用機材：**橋種を問わず比較可能なデータを取得するため、EDAS システムと光学ストランドセンサにより床版の静的・動的ひずみを計測、更に加速度センサ（主に鉛直方向）、と温度計を設置。また河川橋では水位・降雨量もオプション計測。
- **モニタリング手法：**橋の動的挙動に着目し、①動的ひずみ振幅、②ひずみ時刻歴の統計的变化、③応答周波数変動、④減衰比変動——これら 4 つの指標を統合した「グローバルヘルスインジケータ」を算出。緑（健全）・黄/橙（要注意）・赤（危険）の 3 ゾーンで表示。
- **結果：**大規模橋梁群を横断的に比較評価できる先進的な取り組み。プロジェクトは開始してまだ時間が経過しておらず詳細結果は未公表だが、全土の橋の健全度を地図上で一元表示し、地域・橋種・判定値にクラスタ管理して維持管理の優先順位付けを支援する Web インターフェースを構築した。

まとめ

3 つの事例は、規模も構造も異なりますが、いずれも「膨大な SHM データを、説明可能でわかりやすい定量的な健全度に集約する」という共通の考え方で運用した事例です。局所的なひずみと全体的な特性（振動数・減衰比）、静的荷重（地盤変動・温度）と動的荷重（交通・地震）を組み合わせることで、構造物の健全性を長期にわたり定量的に把握でき、事実に基づいた定量的な維持管理判断とライフサイクル全体にわたる予防保全を可能にします。